引用格式：张海波, 戴新宇, 钱德沛, 等. 新一代信息技术赋能应急管理现代化的战略分析. 中国科学院院刊, 2022, 37(12): 1727-1737.
Zhang H B, Dai X Y, Qian D P, et al. Strategic perspective of leveraging new generation information technology to enable modernization of emergency management. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(12): 1727-1737. (in Chinese)

# 新一代信息技术赋能应急管理现代化的战略分析

张海波[1*] 戴新宇[2*] 钱德沛[3] 吕 建[2]

1 南京大学 政府管理学院 南京 210023
2 南京大学 计算机软件新技术全国重点实验室 南京 210023
3 北京航空航天大学 计算机学院 北京 100191



**摘要** 新一代信息技术的应用和发展是实现应急管理现代化的重要支撑。大数据、人工智能等新一代信息技术已经在自然灾害、安全生产等领域得到应用，提高了政府监测预警、监管执法、应急指挥决策辅助、救援实战和社会动员能力，改进了企业本质安全水平，也为新冠肺炎疫情的精准防控提供了重要支撑，提升了应急管理的效能，增强了公众的安全感。在以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的过程中，从以新安全格局保障新发展格局的战略需求出发，新一代信息技术的发展和应用不仅要满足单点、具体的业务需求，还需要更加重视非常规突发事件的应急管理，更加凸显总体国家安全观的价值引领，更加注重对中国应急管理制度优势的支撑，更加强调数据资源的标准衔接、开放创新与智能化利用，以降解不确定性为主线，实现信息技术与应急管理的协同演化。着力于研究，新一代信息技术赋能应急管理现代化还需要助力自主知识建构、推进学科交叉融合、引领信息技术创新、促进产业繁荣发展，为实现中国式现代化作出更大的贡献。

**关键词** 应急管理，现代化，信息技术，大数据，人工智能

**DOI** 10.16418/j.issn.1000-3045.20221117007

应急管理是国家治理的重要组成部分，应急管理现代化是国家治理现代化的重要表征。信息技术赋能应急管理现代化，既要体现国家治理的一般性，也要契合应急管理的特殊性。就特殊性而言，应急管理在本质上是对突发事件风险造成的不确定性的管理。突发事件风险造成的不确定性，既包括其本身的不确定性，如事故致因或灾害致灾因子、承灾体、孕灾环境及其相互作用不确定，以及灾害事故发生的时间、空

*通信作者
资助项目：中国科学院学部院士咨询评议重大项目（2022-ZW14-Z-027），国家社会科学基金重大项目（20&ZD160）
修改稿收到日期：2022年11月27日

间和可能造成的后果不确定；也包括应急管理的不确定性，如由于缺乏相应知识和资源或行动策略不匹配造成的不确定性。信息论的创始人香农（Shannon）[1]认为，信息的价值在于减少不确定性、增加确定性，这与应急管理的本质内在地契合。信息技术的发展一直是推动应急管理创新与变革的重要力量，新一代信息技术的发展和应用更是空间广阔、潜力巨大，是推进应急管理现代化的重要支撑。

## 1 实践进展

2018年，党的十九届三中全会启动新一轮党和国家机构改革，成立应急管理部，为推进应急管理现代化提供更有力的组织保障。应急管理部一成立，便将信息化与应急管理事业发展一体规划、同步推进，制定了《应急管理信息化发展战略规划框架（2018—2022年）》，提出推动云计算、大数据、物联网、人工智能、移动互联、IPv6（互联网协议第6版）、虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等新一代信息技术深度应用。2019年，江苏响水天嘉宜化工有限公司“3·21”特别重大爆炸事故发生后，国务院督导江苏进行了一年的安全生产专项整改，并在此基础上启动了《全国安全生产专项整治三年行动计划》，推进各重点行业领域机械化、信息化、智能化建设。同年，中央政治局第十九次集体学习提出，要适应科技信息化发展大势，以信息化推进应急管理现代化，提高监测预警能力、监管执法能力、辅助指挥决策能力、救援实战能力和社会动员能力。这对新一代信息技术在应急管理中的应用提出了明确的要求，为推进相关领域的实践探索提供了动力。

### 1.1 监测预警

*安全生产是应急管理的基本盘、基本面，为新一代信息技术的应用提供了最基础的业务需求和场景。*在安全生产领域，实现了全国高危行业企业联网监测：*在危化品行业，*基本实现了重大危险源企业联网监测全覆盖，重点接入了44万个点位监测数据，成为国家“互联网+监管”系统重要示范应用；*在矿山行业，*实现了全国正常生产和建设矿井联网监测，接入60万个传感器数据，以及井下作业人员点位和视频监控图像；*在非煤矿山行业，*实现了全国头顶库在用三等及以上尾矿库联网监测，具备了企业风险分析和区域风险研判能力①。“目前危化领域的储罐、重点生产装置，煤矿工作面、井下数据，尤其是重点部位的视频监控数据，都已经逐级接入应急管理部。现在每天实时生成的物联网感知数据有8亿条，通过应急管理部云计算平台计算以后，为联网监测提供助力”①。重大危险源联网监测促进了重大风险的源头治理。例如，在煤矿安全生产领域，各级矿山安全监管监察人员可随时查看任何一个煤矿的瓦斯超限情况。2022年8月与2021年6月的监测预警数据的对比显示：“一是瓦斯超限起数大幅下降，全国煤矿发生瓦斯超限次数下降1 133起，降幅86.4%；二是超限处置率大幅提高，全国煤矿瓦斯超限处置率上升43.8%，增幅78.2%，达到99.8%，煤矿对瓦斯超限不管不问的情况有较大改变”①。

*为提高自然灾害防治能力，2018年10月召开的中央财经委员会第三次会议提出，要针对关键领域和薄弱环节，推动建设9项重点工程。其中第8项“自然灾害监测预警信息化工程”为新一代信息技术的应用提供了更多的业务需求和场景。*目前，地震预警网已经在重点地区推广覆盖，短历时暴雨洪水预警可靠度达到70%以上，主要江河关键期洪水预报精度超过90%。卫星通信等新一代信息技术发挥了积极作用。在2021年“7·20”河南郑州特大暴雨灾害的应急管理中，“依靠北斗短报文通信，救灾人员在8天

① 应急管理部2022年9月例行新闻发布会. (2022-09-16). https://www.mem.gov.cn/xw/xwfbh/2022n9y16rxwfbh/.

时间内共接收北斗卫星数据87万余份，为暴雨洪水预警、预报、调度和抗洪抢险提供了及时准确的水文测报信息”[2]。

在推动新一代信息技术赋能城市安全风险监测预警上，地方政府层面也进行了积极的探索，为在全国范围内开展相关的实践奠定了基础。例如，上海的“一网统管”基于人工智能技术开发的“智能巡屏”功能，建设城市玻璃幕墙的数字地图，并根据建筑物周边气象条件等30个风险因子精准分类监管，守护市民的“头顶安全”[3]；南京的“181”信息平台通过给风险（源）“上户口”，推动社会面小型场所开展自助式安评，发展出重大危险源联网监测、气象灾害靶向预警、经营性自建房公共安全风险评估等多种功能；合肥的城市生命线安全运行监测系统“布设了8万多套前端感知设备……每天实时采集分析500多亿条运行数据，及时将预警信息分级分层加推到城市生命线运管企业、行业主管部门和市应急指挥中心，联动处置预警信息”[4]。2021年9月23日，国务院安委会办公室印发《城市安全风险综合监测预警平台建设指南（试行）》的通知，在吸收上海、南京、深圳、合肥等城市的经验的基础上，推进城市安全风险综合监测预警。

### 1.2 监管执法

在企业落实安全生产主体责任内生动力还不够强的条件下，加强监管执法是减少安全生产事故的必要手段。大数据和人工智能技术的深度应用，有助于提升监管执法的精准性，更好地统筹安全与发展，既避免因检查执法走过场、查不出导致重大隐患漏管失控，又避免因检查过多、过频对企业正常生产经营造成干扰。针对高危行业重大危险源企业的全面联网监测，为开展远程化、可视化、智能化的安全检查提供了可能。大数据技术被广泛应用于危险源识别与隐患排查：利用高危行业企业用电大数据、关停矿井通信大数据，识别明停暗开、昼停夜开、异常生产、非法盗采等事件；利用危化品储罐卫星遥感大数据，识别储罐未批先建、安全距离不符合要求等问题；利用铁塔大数据分析受灾区域通信受损情况等。人工智能技术在执法检查中得到应用：基于生产作业现场重点设备、工艺、装置隐患样本库，结合视频智能识别、知识图谱等技术，可自动识别危化、工贸等30余类重点工艺和关键设备的隐患，协助解决执法检查查不出的问题②。

### 1.3 辅助指挥决策

应急指挥决策最大的难点是时间压力下的信息不充分，而新一代信息技术通过数据汇聚、多源异构数据分析等技术，为破解这一难题提供了工具和手段。应急管理部开发的应急指挥“一张图”将灾害事故救援指挥所需要的各类信息基于地图进行一张图展示，“汇聚了大约6亿条各类基础信息，有助于指挥部人员在灾害发生后快速调阅了解灾区的重点目标、应急力量、应急物资等各类情况”[5]。2022年9月5日，四川泸定发生地震，人口热力分布、房屋受损的遥感影像、铁塔大数据标注的通信中断、“翼龙”无人机的灾情侦查和中继通信、消防前突队伍的回传视频等不同渠道的信息在应急管理部应急指挥“一张图”上集中呈现，发挥了重要的决策辅助作用③。

### 1.4 救援实战

在真实的应急救援场景中，通信中断一直是痛点问题之一，无人机中继通信技术的发展为解决这一痛点问题提供了新的工具和手段。2021年7月20日，

② 从传统治理到现代“智”理｜“智慧应急”试点建设情况综述（上）. (2022-03-05). http://aj.china.com.cn/html/yjfc/20220305/16063.html.

③ 快速响应 全力救灾 应急管理部部署四川泸定地震救援. (2022-09-05). http://www.news.cn/yingjijiuyuan/2022-09/06/c_1211682505.htm.

河南郑州遭遇特大暴雨灾害，应急管理部紧急调派“翼龙”-2H应急救灾型无人机跨区域长途飞行，通过融合空中组网、高点中继技术，定向恢复50平方公里的移动公网通信，建立覆盖15 000平方公里的音视频通信网络④。这不仅使失联多时的巩义县米河镇群众恢复了与外界和家人的联系，也为深陷洪水之中的“孤岛”——阜外华中心血管病医院5 000余名医患的及时安全转运提供了应急通信保障。在“应急使命 · 2022”抗震救灾演习中，“依托无线通信、卫星通信、融合通信、物联感知、仿真推演、边缘计算等新一代信息技术，构建了以智能化指挥调度系统为核心、应急战术互联网为骨干、应急物联感知网为神经的应急救援数字化战场体系”⑤，为真实场景的救援实战提供了经验参照。

### 1.5 社会动员

*多平台信息发布系统、智能语音对话系统等新一代信息技术的应用，促进了灾害预警信息的精准发布与快速到达，提高了社会动员的效率。*国家预警信息发布中心在近3 000个预警发布账号上实现人工智能预警短视频制作与推送，与国家邮政局联合推出“定制化气象预警”服务，通过微信小程序精准发布气象灾害预警信息，保障疫情中140万快递配送人员安全服务公众生产生活⑥。2021年8月25日，浙江嵊州市遭遇灾害性强对流天气，浙江省开发的智慧型语音叫应系统具备突发天气分钟级智慧报警、靶向式网格管理、多人次同步叫应等多项功能，在成灾前成功叫应当地乡村应急责任人，安全转移人员2 123人⑥。中国移动与广东省应急管理厅面向全省应急干部和应急责任人，在应急预警、防灾减灾场景试点推广应急必达通知技术，并在2022年6—8月的防汛应急响应、台风预警等真实场景中实际应用，发送成功率99.2%，用户返回已阅状态占比98.78%⑦。

### 1.6 在其他环节或领域的应用

*此外，新一代信息技术也开始被用于提升本质安全水平，以安全生产数字化转型和制造业智能化为契机，探索真正从源头上减少风险。*应急管理部联合工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部等部门，先后发布《“工业互联网+安全生产”行动计划（2021—2023年）》《“十四五”机器人产业发展规划》《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》等政策文件，推动企业提升本质安全水平。按照“机械化换人、自动化减人、智能化换岗”的思路，山东、陕西、内蒙古、河南等省份开展了“智慧矿山”试点探索。例如，“利用5G网络超低时延、超高速率的特性，对矿山井下设备进行超远程精准控制和无人驾驶电动矿用卡车智能编队运行；利用‘数字孪生’技术将矿山的各种指标数据映射到虚拟数字空间中，对真实矿山的运行情况进行实时监控，及时发现处理潜在的风险隐患”⑧。

*新冠肺炎疫情暴发之后，疫情防控的迫切需要驱动了新一代信息技术的应用，提升了突发公共卫生事件应急管理的信息化水平。*中国信息通信研究院于2020年3月发布的《疫情防控中的数据与智能应用研究报告（1.0版）》将信息技术在疫情防控初期的应用分为疫情分析展现、疫情防范管制、医疗医治增效、生活便民举措和复工复产管理5类，这与应急

④ 翼龙无人机两次飞抵暴雨中的郑州“空中基站”打通应急通讯保障生命线 . (2021-07-26). https://www.henan.gov.cn/2021/07-26/2189328.html.

⑤ “应急使命 · 2022”高原高寒地区抗震救灾实战化演习系列解读 . (2022-05-11). https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202205/t20220511_413380.shtml.

⑥ 打好预警“提前量”发挥气象防灾减灾防线作用 . (2022-5-20). http://finance.people.com.cn/n1/2022/0520/c1004-32426333.html.

⑦中国移动创新打造必达通知 高效必达通知时代到来 . (2022-9-21). https://www.sohu.com/a/586760464_120528151.

⑧ 应急管理部2022年9月例行新闻发布会 . (2022-09-16). https://www.mem.gov.cn/xw/xwfbh/2022n9y16rxwfbh/.

管理部门推动的新一代信息技术在 5 个关键环节的应用形成了参照。其中，大数据和人工智能技术被深度应用到病情诊断、医学科研等场景中。例如，百度研究院免费开放的线性时间算法 Linear Fold 和世界上现有最快的 RNA 结构预测网站，可将新冠病毒全基因组结构预测提速 120 倍，从而提升各基因检测机构、防疫中心的科研效率⑨；武汉大学、华中科技大学的研究团队运用深度学习模型或机器学习算法提高基于 CT 扫描图像的诊断效率、重症生存率的准确率等[6]。进入疫情防控常态化阶段后，由中国信息通信研究院联合中国电信、中国移动、中国联通 3 家基础电信企业开发的通信大数据行程卡和阿里云开发的健康码成为大数据技术的高频应用，为新冠肺炎疫情的精准防控提供了重要支撑。

## 2 发展趋势

2021 年 12 月 30 日发布的《“十四五”国家应急体系规划》指出：我国是世界上自然灾害最为严重的国家之一，灾害种类多、分布地域广、发生频率高、造成损失重，安全生产仍处于爬坡过坎期，各类安全风险隐患交织叠加，生产安全事故仍然易发多发；但应急管理基础薄弱，科技信息化水平总体较低，应急管理体系和能力与国家治理体系和治理能力现代化的要求存在很大差距。党的二十大报告提出，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴。应急管理体系和能力现代化作为国家安全体系和能力现代化的重要组成部分，是以新安全格局保障新发展格局的重要路径。面向这一更加高远的战略谋划，新一代信息技术赋能应急管理现代化，不仅要满足应急管理、卫生健康等部门具体、单点的业务需求，还要准确预判应急管理的发展趋势，推动新一代信息技术广泛、均衡、深度应用乃至跨越式发展，实现信息技术与应急管理的协同演化。

### 2.1 更加重视非常规突发事件的应急管理

在全球范围内，突发事件的不确定性都在增强，主要体现为常规突发事件频发和非常规突发事件多发，尤其是后者，对全世界各国的应急管理体系和能力都提出了新的挑战。加强非常规突发事件的应急管理，既是全世界各国都面临的共同需求，也是中国推进应急管理体系和能力现代化的关键任务[7]。党的二十大报告专章部署推进国家安全体系和能力现代化，专节部署推动公共安全治理水平提升，要求建立大安全大应急框架，完善公共安全治理体系，推动公共安全治理模式向事前预防转型。从应急管理体系和能力现代化的发展方向看，强化总体国家安全观价值引领下的国家安全、公共安全以及作为二者基层基础的社会治理的一体统筹，也是要求站在国家安全的高度看待应急管理，直面非常规突发事件多发的挑战，提升应急管理应对大风大浪乃至惊涛骇浪的能力。

加强非常规突发事件的应急管理为新一代信息技术提出了新的需求和挑战。从目前的进展看，常规突发事件应急管理的数字化已经取得显著进展，为迈向智能化奠定了基础。尤其在安全生产领域，重点行业的全国联网监测已经获取并积累了海量的传感器数据和视频数据，可进一步推动人工智能技术的深入应用，更加高效地利用并挖掘这些数据的价值，持续提升监测预警和监管执法能力。然而，非常规突发事件由于发生的时间和空间不确定性更高，其应急管理尚处于数字化的早期，连续、动态的监测数据不充足；后果的不确定性更高，更加复杂多变环境下的机器学习理论和方法尚不成熟，导致辅助决策面临更大的挑战。由于应急管理缺乏足够的数据支撑和智能化的辅助决策手段，非常规突发事件更容易造成严重的后果。例如，2021 年“7 · 20”河南郑州特大暴雨灾害是典型的非常规突发事件，在指挥决策上存在严重的

⑨ 疫情防控中的数据与智能应用研究报告 . (2020-03-04). https://www.cebnet.com.cn/20200304/102643643.html.

失误："党政主要负责人见事迟、行动慢，未有效组织开展防灾避灾社会动员，未及时对暴雨红色预警组织综合研判，未按规定要求及时启动Ⅰ级应急响应，关键时刻统一指挥缺失，无市领导坐镇指挥，未及时掌握和指挥处置地铁5号线、京广快速路北隧道、山丘区洪涝灾害等重大险情，失去有力有序有效应对灾害的主动权"⑩。如何有效支撑此类非常规突发事件的应急管理，是发展和应用新一代信息技术必须接受的检验。这就需要对非常规突发事件动力学演化规律、致灾机理进行更深入的研究，提升天空地、人机物一体化的感知能力，建立融合感知数据和专家知识的可交互、可解释的人机协同研判机制，为应急响应的关键指挥决策提供智能辅助。

在应用新一代信息技术赋能非常规突发事件的应急管理上，美国的做法提供了参照。2001年"9 · 11"事件后，美国便着手构建需要在国家层面进行应急准备的巨灾场景，持续推动"国家事故管理系统"（National Incident Management System）建设及事故管理的建模、仿真和智能化，并将其应用于巨灾场景下指挥决策能力的培训与演练[8,9]。

### 2.2 更加凸显总体国家安全观的价值引领

提高公共安全治理水平，必须坚持安全第一、预防为主，建立大安全大应急框架，完善公共安全体系，推动公共安全治理模式向事前预防转向。这就要求新一代信息技术优先用于公共安全风险预防，以尽量避免或减少人员伤亡，彰显"人民至上、生命至上"的价值理念[10]。*在安全生产领域*，推动新一代信息技术应用从支撑监测预警、监管执法，逐步走向支撑本质安全，通过对重点行业进行数字化转型和智能化改造，提升企业本质安全水平；*在自然灾害领域*，推动新一代信息技术应用探索多灾种、灾害链综合监测预警，通过构建自然灾害知识图谱和灾害链事件图谱，提升早期预警能力；*在公共卫生领域*，推动新一代信息技术将应用的重点转向突发传染病疫情的监测预警，通过扩大感知网络，融合多源异构数据，提升多点触发预警能力。在信息技术广泛应用的同时，要极度重视数据安全，确保新一代信息技术应用安全可控，既抵御外部非法入侵，也防止内部信息泄露，尤其要加强个人信息保护。

### 2.3 更加注重对中国应急管理制度优势的支撑

推进应急管理体系和能力现代化，需要充分发挥中国应急管理体系的特色和优势，借鉴国外应急管理的有益做法。中国应急管理体系的特色和优势主要在于制度优势[11]，即通过制度设计应对突发事件造成的不确定性。新一代信息技术的应用旨在支撑而非替代应急管理的制度优势，重在降解即便改进制度设计也不能应对的剩余的不确定性。随着非常规突发事件趋向于多发，通过改进制度设计应对不确定性的空间下降，应用新一代信息技术降解剩余的不确定性的需求增加。例如，特大地震等非常规突发事件主要在认知、策略、资源3个层面造成了不确定性，在应急管理的实践中发展出专家研判、应急预案、物资储备等多项制度以降解不确定性；同时，由于特大地震比常规突发事件造成了更多的剩余的不确定性，需要发展和应用人机协作等新一代信息技术，以降解剩余的不确定性。在这种意义上，当前在实践中出现的一些盲目以技术手段代替制度改进的做法并不可取，需要予以反思和纠正。

### 2.4 更加强调数据资源的标准制定、开放创新和智能化利用

在短期内，新一代信息技术在监测预警、监管执法、辅助指挥决策、救援实战、社会动员等5个关键环节得到应用，促进了应急管理能力的现代化。从长期看，新一代信息技术还需要支撑应急管理体系的

⑩ 河南郑州"7 · 20"特大暴雨灾害调查报告 . (2022-01-21). https://www.mem.gov.cn/gk/sgcc/tbzdsgdcbg/202201/P020220121639049697767.pdf.

现代化，提升多主体协同的水平，以充分发挥中国应急管理体系的特色和优势。这需要涵盖跨层级、跨部门、跨区域、跨领域主体的协同。其中，前 3 种协同主要发生在政府内部，第 4 种协同主要发生在政府与市场、社会之间。《“十四五”国家应急体系规划》提出：到 2025 年，应急管理体系和能力现代化建设取得重大进展，形成统一指挥、专常兼备、反应灵敏、上下联动的中国特色应急管理体制；到 2035 年，建立与基本实现现代化相适应的中国特色大国应急体系，全面实现依法应急、科学应急、智慧应急，形成共建共治共享的应急管理新格局。可以这么理解，到 2025 年，应急管理体系现代化的重点仍然是提升政府内部的多主体协同；到 2035 年，则要实现政府与市场、社会之间的多主体协同。目前，以《应急管理信息化发展战略规划框架》为基础，应急管理部明确了集约化建设、融合化发展、扁平化应用的思路，不仅为应用新一代信息技术促进政府内部的多主体协同奠定了坚实的基础，也在一定程度上促进了政府与社会、市场主体之间的协同。应急管理部开发的救援救助平台，借鉴“救命文档”的思路，引导公众在政府平台上开展互助互救；语音机器人、“e 键通”等技术工具在“泸定地震”中第一时间调动灾区信息员报送灾情，三大通信运营商、铁塔公司等国企的资源共享为移动通信大数据、铁塔大数据的高效应用提供了基础。从将来的发展趋势看，新一代信息技术的应用还需要更加强调开放式创新，切实推动应急管理数据标准制定及包括国企、央企大数据资源的开放和共享，激发市场和社会活力，鼓励创新应用。例如，以非常规、未知风险的识别和评估，主动感知和预测预警的智能联动，多元协同与系统化应急，全行业整合、高共享、深应用的智慧应急等方面为着力点[12]，实现从数字化走向智能化。这也有助于推动应急管理成为更加开放的系统，提升适应性，增强应对非常规突发事件的能力。

在加强数据资源的标准制定、开放创新和智能化利用，运用人工智能等新一代信息技术促进技术需求方、技术供给方、政府与社会公众的协同上，要加强对其他国家有益做法的借鉴[13]。例如，日本《东京防灾计划 2021》提出，最大限度地利用人工智能等数字技术提升防灾效率，并且发布了大量具体的场景需求，面向全社会开放下载，为相关的智能化应用的开发提供了明确的指引⑪。

### 2.5 小结

上述 4 个方面在逻辑上是一致的，共同构成了新一代信息技术赋能应急管理的总体框架（图 1）：非常规突发事件的不确定性更高，需要更加关注非常规突发事件的应急管理；非常规突发事件更可能对国家安全造成威胁，需要更加凸显总体国家安全观的价值引领；非常规突发事件更高的不确定性，导致了更多的制度不能应对的剩余的不确定性，需要更加注重新一代信息技术对应急管理制度优势的支撑作用。相比之下，常规突发事件的不确定性程度较低，更多地可以通过应急管理的制度设计应对不确定性，需要应用新一代信息技术降解的剩余不确定性较少，其对应急管理制度优势的支撑作用也难以充分发挥。当然，这一框架对应急管理与信息技术协同演化机理的描述还是非常初步的，有待于深化。

## 3 研究展望

在实现中国式现代化的过程中，新一代信息技术赋能应急管理现代化，为互联网、5G 通信、卫星通信、云计算、大数据、人工智能等技术在自然灾害、安全生产、疫情防控等领域找到了新的应用场景；结合智慧城市、智慧交通、智慧园区、数字乡村等信息

⑪ 東京防災プラン 2021（68 ページ～背表紙）. (2022-03-31). https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/013/021/2021report2.pdf.

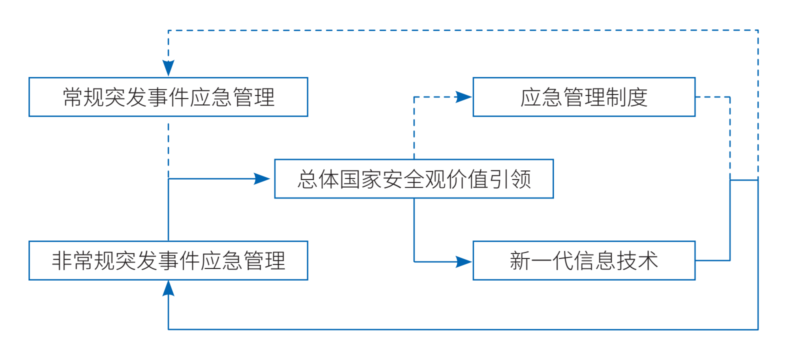



图 1　新一代信息技术赋能应急管理现代化的总体框架

Figure 1　Framework of new generation of information technology enabling modernization of emergency management

化工程的推进，应急管理正形成为一个囊括诸多子系统、人机物三元融合的信息化巨系统[14]。围绕开放、创新、协同、服务、互动等方面，信息技术将持续为应急管理提供支撑，为推进应急管理学科建设和科学研究提供新的路径和手段；应急管理的诸多不确定性和信息系统本身的不确定性和复杂性，也将激发科研人员努力突破“卡脖子”问题，创造新的理论和方法，推动新一代信息技术的跨越式发展；最终实现应急管理与新一代信息技术的协同演化。

### 3.1 助力自主知识建构

加强应急管理体系和能力建设，既是一项紧迫任务，又是一项长期任务。新一代信息技术赋能应急管理现代化，既要解决当前和未来应急管理实践中的难点、痛点问题，也要在解决问题的过程中，实现新的理论认知。在 20 世纪 60 年代和 80 年代美国和欧洲分别兴起了以社会学为主体学科的灾害社会学[15]和以政治学为主体学科的危机政治学[16]两大跨学科研究范式；2003 年非典型肺炎疫情之后，中国以公共管理为主体学科的应急管理学蓬勃发展。作为一种新的跨学科研究范式，应急管理学依托中国丰富的应急管理实践，展现了形成中国自主知识体系的可能[17]。新一代信息技术支撑的应急管理现代化战略研究，也要置于加快形成中国应急管理自主知识体系的大背景下，既为解决中国问题提供更具解释力的理论支撑，也为全球风险社会治理提供基于中国实践的思想启示。

### 3.2 推进学科交叉融合

应急管理是典型的交叉学科领域，以公共管理为主体学科，形成了“政治-社会”“组织-制度”“工程-技术”等三大研究传统，不仅涉及政治学、社会学、经济学、管理学、传播学、心理学、人类学、情报学、法学等社会科学的诸多分支学科，也与人文学科、自然科学、工程科学形成了交叉[18]。在国家安全学一级学科设立之后，应急管理学又成为国家安全学学科的重要支撑，强化了交叉学科的特征。新一代信息技术支撑的应急管理现代化，必然推动应急管理学与计算机、人工智能、通信工程等学科的交叉融合，为应急管理知识体系的多学科、跨学科发展提供新的动力。如果说应急管理学与地理学、安全科学与工程的交叉融合是局部性的，主要体现在自然灾害和安全生产等分支领域；则其与计算机、人工智能、通信工程等学科的交叉融合是全局性的，体现在应急管理体系各个分支领域。这也要求更大范围、更深层次的学科交叉融合，培育和发展计算应急管理、智慧应急管理等新兴领域，为发展中国特色哲学社会科学学科体系、学术体系、话语体系提供助力。

### 3.3 引领信息技术创新

信息技术是“对于以计算机为基础之信息系统的研究、设计、开发、应用、实现、维护或应用”[19]，信息技术的研究几乎囊括科学、技术、工程、管理及其他与经济社会发展紧密相关的所有学科，因为其本质是以计算机为工具，以信息方法和技术为手段，为各学科的发展和知识应用提供支撑。面向应急管理，新一代信息技术已经在监测预警、监管执法、辅助指挥决策、救援实战和社会动员等关键环节发挥了重要的作用。同时，应急管理本身的问题复杂性，以及不断涌现的新问题，对新一代信息技术的应用和发展提出了新的需求。例如，在重大自然灾害等极端环境

下，如何保证通信畅通、保障数据传输，这需要大力发展鲁棒性的无线传输、无线中继通信技术和装备。尤其在四川等地的高山峡谷环境下，需要进一步研究“专网+山头布设基站”的方法解决窄带通信问题，确保指挥体系畅通。卫星通信技术虽然发展很快，但单兵装备不够轻便，无法徒步长途背负，需要轻量化；无人机在复杂环境（如沟壑、山林、电线等）下的适应性不足，航时过短，无法超视距完成装备投送任务，需要进一步提升技术性能。此外，重大灾害事故动力学演化规律、致灾机理不明，多灾种、灾害链应急预案理论体系与实践经验缺乏，需要加强自然灾害应急知识图谱、事故事理图谱的构建，推进灾害早期监测预警计算模型和高性能计算技术的研发；重大突发事件样本不足、“黑天鹅”“灰犀牛”事件频发、决策缺少透明机制等问题的解决，则需要建立融合数据和知识且可交互、可解释的人机协同决策机制。推进应急管理现代化催生的技术需求，为新一代信息技术的应用提供了新的场景和挑战，有助于推动新一代信息技术实现跨越式发展。

### 3.4 促进产业繁荣发展

新一代信息技术支撑应急管理现代化必须具备可持续性。目前，新一代信息技术的应用成本还比较高，如果仅依赖政府的财政投入，很难实现可持续发展。从应急管理的现实需求看，在安全生产领域，推动新一代信息技术应用于提升本质安全，必须建立在市场原则之上，即企业采用新一代信息技术获得的收益高于成本。从新一代信息技术的发展规律看，VR、AR、数字孪生、元宇宙等技术在城市应急预案演练、逃生避难行为仿真等场景中的深度应用或落地还存在难度，也缺少广阔的市场，短期内很难形成繁荣的产研用生态，需要降低技术应用的成本或创新社会资本参与的机制。此外，还需要构建新技术应用的生态，加大新系统、新装备的配备，在基层缺乏对新技术的认知、接受和操作技能的条件下，探索以购买服务等方式加速成果的推广。《“十四五”国家应急体系规划》提出：以市场为导向、企业为主体，深化应急管理科教产教双融合，推动安全应急产业向中高端发展；鼓励有条件的地区发展各具特色的安全应急产业聚集区，加强国家安全应急产业示范基地建设，形成区域性创新中心和成果转化中心。新一代信息技术赋能应急管理现代化需要结合安全应急产业发展，为安全应急管理产业繁荣注入新的动力。

**致谢** 本文得益于课题组刘轶、栾钟治、彭毅、周海波、丁翔、林雪、彭彬彬、吴震、卢明欣、李阳、翟国方、王海鲲、刘苗苗、朱鸿鹄、单勇等来自不同学校、学科的诸位老师的共同参与和讨论，南京大学童星、应急管理部科技和信息化司魏平岩等专家也提供了意见和建议，特此致谢。

## 参考文献

1 Shannon C E. A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 1948, 27(3): 379-423.

2 魏晓雯. 擦亮北斗深化应用的“水利名片”. 中国水利报, 2022-05-26(08).

Wei X W. Brighten the “water resources brand” of deep application of Beidou System. China Water News, 2022-05-26(08). (in Chinese)

3 陈水生. 数字时代平台治理的运作逻辑：以上海“一网统管”为例. 电子政务, 2021, (8): 2-14.

Chen S S. Operational logic of platform governance in digital era: A case study of “One network unified management” in Shanghai. E-Government, 2021, (8): 2-14. (in Chinese)

4 张楠, 丁继民, 陈璐. 城市生命线安全工程“合肥模式”. 中国应急管理报, 2021-09-24(01).

Zhang N, Ding J M, Chen L. The “Hefei Mode” of urban lifeline safety project. China Emergency Management News, 2021-09-24(01). (in Chinese)

5 杨文佳, 黄秋霞. 应急指挥“一张图”. 中国纪检监察报, 2022-06-06(03).

Yang W J, Huang Q X. “One map” for command and coordination. China Discipline Inspection and Supervision

News, 2022-06-06(03). (In Chinese)

6 周慎, 朱旭峰, 薛澜. 人工智能在突发公共卫生事件管理中的赋能效用研究——以全球新冠肺炎疫情防控为例. 中国行政管理, 2020, (10): 35-43.

Zhou S, Zhu X F, Xue L. The enabling effect of artificial intelligence in the management of public health emergencies: A case study of global epidemic prevention and control of COVID-19. Chinese Public Administration, 2020, (10): 35-43. (in Chinese)

7 张海波. 中国第四代应急管理体系：逻辑与框架. 中国行政管理, 2022, (4): 112-122.

Zhang H B. The fourth generation of China's emergency management: Logic and framework. Chinese Public Administration, 2022, (4): 112-122. (in Chinese)

8 Charles M, Lee T L, Jain S, et al. Modeling and simulation of incident management for homeland security applications. Gaithersburg: National Institute of Standard and Technology, US Department of Commerce, 2011.

9 Son C, Sasangohar F, Peres S G, et al. Modeling an incident management team as a joint cognitive system. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2018, 56: 231-241.

10 钟开斌, 薛澜. 以理念现代化引领体系和能力现代化：对党的十八大以来中国应急管理事业发展的一个理论阐释. 管理世界, 2022, 38(8): 11-25.

Zhong K B, Xue L. Vision-led modernization of system and capacity: A theoretical explanation of China's emergency management development since the 18th CPC national congress. Journal of Management World, 2022, 38(8): 11-25. (in Chinese)

11 高小平, 刘一弘. 中国应急管理制度创新：国家治理现代化视角. 北京: 中国人民大学出版社, 2020.

Gao X P, Liu Y H. Institutional innovation of China' emergency management: A perspective from national governance modernization. Beijing: Chinese Renmin University Press, 2020. (in Chinese)

12 刘奕, 张宇栋, 张辉, 等. 面向2035年的灾害事故智慧应急科技发展战略研究. 中国工程科学, 2021, 23(4): 117-125.

Liu Y, Zhang Y D, Zhang H, et al. Development strategy of smart emergency-response technology for disasters and accidents by 2035. Strategic Study of CAE, 2021, 23(4): 117-125. (in Chinese)

13 Kuglitsch M M, Pelivan I, Ceola S, et al. Facilitating adoption of AI in natural disaster management through collaboration. Nature Communications, 2022, 13: 1579.

14 吕建. 推动智慧城市建设迈上新台阶. 人民日报, 2020-06-06(09).

Lyu J. Promoting the construction of smart city to a new stage. People's Daily, 2020-06-06(09). (in Chinese)

15 Quarantelli E L. Organization under Stress. Newark, DE: Disaster Research Center, the Ohio State University, 1966.

16 Rosenthal U, Charles M T, Hart P T. Comping with Crises: The Management of Disasters, Riots, and Terrorism. Springfield: Charles, C. Thomas Pub Ltd, 1989.

17 张海波, 童星. 中国应急管理效能的生成机制. 中国社会科学, 2022, (4): 64-82.

Zhang H B, Tong X. The generative mechanisms for the effectiveness of emergency management in China. Social Sciences in China, 2022, (4): 64-82. (in Chinese)

18 童星, 张海波. 基于中国问题的灾害管理分析框架. 中国社会科学, 2010, (1): 132-146, 223-224.

Tong X, Zhang H B. An analytical framework of disaster management in the context of China. Social Sciences in China, 2010, (1): 132-146, 223-224. (in Chinese)

19 Daintith J. A Dictionary of Physics (6th ed). Oxford: Oxford University Press, 2009.

# Strategic Perspective of Leveraging New Generation Information Technology to Enable Modernization of Emergency Management

ZHANG Haibo[1*] DAI Xinyu[2*] QIAN Depei[3] LYU Jian[2]

（1 School of Government, Nanjing University, Nanjing 210023, China;
2 National Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210023, China;
3 School of Computer Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China）

**Abstract** The application and development of the new generation information technology is a vital support to realize the modernization of emergency management. At present, the new generation information technology such as big data and artificial intelligence has been widely used in natural disasters, safe production, and other fields. It has improved the monitoring and early warning, regulation and law enforcement, command and decision support, rescue, and social mobilization capabilities of governments, promoted the level of intrinsic safety of enterprises, provided important support for the precise prevention and control of the COVID-19, and increased the efficiency of China's emergency management and sense of security of the public. In the process of comprehensively promoting the great rejuvenation of the Chinese nation with the Chinese modernization, driven by the strategic need of using the new security paradigm to ensure the new development paradigm, the application of the new generation information technology shall not only meet single and specific needs of operations, but also pay more attention to the management of unconventional emergencies, the value guidance of the overall national security concept, the support to the institutional advantages of China's emergency management, and the standard articulation, open innovation of data resources, and intelligent utilization, so as to realize the co-evolution between emergency management and information technology based on the decrease of uncertainty. The modernization of emergency management supported by the new generation information technology also needs to play an important role in developing independent knowledge, promoting interdisciplinary integration, leading information technology innovation, facilitating industrial prosperity and development, and making more contributions to the Chinese modernization.

**Keywords** emergency management, modernization, information technology, big data, artificial intelligence





**张海波** 南京大学政府管理学院副院长、教授、博士生导师。国务院学位委员会国家安全学学科评议组成员，国家社会科学基金重大项目“提升我国应急管理体系与能力现代化水平研究”首席专家。研究方向为应急管理、社会治理、国家安全，在相关领域发表学术论文100余篇。E-mail: zhb@nju.edu.cn

**ZHANG Haibo** Professor and Associate Dean of School of Government, Nanjing University, Member of National Security Discipline Appraisal Group of Academic Degrees Committee of the State Council, and Principal Investigator of Major Project of National Social Science Fund "Facilitating Modernization of the National Emergency Management System and Capacity of China". His research interests include emergency management, social governance, and national security, and he has published more than 100 papers in academic journals. E-mail: zhb@nju.edu.cn



**戴新宇** 南京大学人工智能学院副院长、教授、博士生导师。中国计算机学会自然语言处理专委会常委委员，国家制造强国建设战略咨询委员会智能制造专家委员会委员。研究方向为人工智能和自然语言处理。在相关领域顶级国际会议和期刊发表论文60余篇。曾入选2019年度高校计算机专业优秀教师奖励计划。E-mail: daixinyu@nju.edu.cn

**DAI Xinyu** Professor and Vice Dean of School of Artificial Intelligence at Nanjing University. His research interests include artificial intelligence, natural language processing and knowledge engineering. Prof. Dai was awarded by the Program for Outstanding Teachers of Computer Science in Colleges and Universities in 2019. He has published over 60 papers in top-tier conferences and journals. E-mail: daixinyu@nju.edu.cn

*Corresponding author

■责任编辑：岳凌生